



TITLE:

夏季前半の台風活動に対する強いエルニーニョ現象の遅れ影響： 2016年の予測事例

AUTHOR(S):

高谷, 祐平; 久保, 勇太郎; 平原, 翔二; 前田, 修平; 山口, 宗彦; Vitart, Frederic

CITATION:

高谷, 祐平 ...[et al]. 夏季前半の台風活動に対する強いエルニーニョ現象の遅れ影響：
2016年の予測事例. 平成28年度「異常気象と長期変動」研究集会報告 2017: 5-9: 共同研究
(一般共同研究) 28K-08.

ISSUE DATE:

2017-03

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/224921>

RIGHT:

夏季前半の台風活動に対する強いエルニーニョ現象の遅れ影響： 2016 年の予測事例

高谷祐平^{1,2}・久保勇太郎²・平原翔二^{2,1}・前田修平¹・山口宗彦¹・Frederic Vitart³

1 気象庁気象研究所, 2 気象庁気候情報課, 3 ECMWF

1. はじめに

北西太平洋域の熱帯低気圧や台風は、東南アジア・東アジアの国々に大きな社会的・経済的影響を及ぼす。予測スキルのある北西太平洋域の台風の季節予測が実用化されれば、様々な利用分野における意思決定に利用できると期待される。一方、台風の季節変動の理解、予測技術の開発は発展途上であり、それらの更なる向上が望まれる。

北半球夏季の台風の年々変動は北西太平洋モンスーンの変動の影響を受ける。さらに、北西太平洋モンスーンの変動はエルニーニョ南方振動 (ENSO) 及びインド洋の影響を受ける。近年、大気・海洋結合モデルによる予測技術の発展に伴い、北西太平洋モンスーンの季節予測の精度が大幅に向上し、夏季の台風予測もある程度可能となることが指摘されている (Wang et al. 2013; Kosaka et al. 2013)。

こうした変動の予測可能性の源として近年注目されているのが、ENSO に伴うインド洋の遅れ影響である (Xie et al. 2016)。この遅れ影響と台風の関係については、観測データを用いた統計的解析や大気モデル、大気海洋結合モデルを用いた数値実験によって指摘されている (平原ら 2008; Du et al. 2011; Zhan et al. 2011a; Zhan et al. 2011b)。Zhan et al. (2011a) は、①ENSO は北西太平洋全域の台風発生数との統計関係は弱いものの、台風発生位置、強い台風の個数には相関があること、②夏季の東インド洋の海面水温 (SST) は北西太平洋全域の (弱い) 熱帯低気圧の発生数に相関があることを指摘した。実際、夏季の台風発生位置と ENSO の NINO.3 海域 SST の相関は高く、結合モデルによる発生位置の予測スキルは高いことが報告されている (Takaya et al. 2010)。一方、夏季の台風発生数と NINO.3 SST の相関は低いことから、ENSO (太平洋赤道域の中部から東部の SST) の直接的な影響のみを考慮して台風発生数を予測することは難しいことが指摘されている (Takaya et al. 2010; Zhan et al. 2011a)。ま

た、平原ら (2008) や Du et al. (2011) では、インド洋海盆域 (IOBW: Indian Ocean Basin Wide) やインド洋熱帯域の SST と夏季の台風活動の関係を指摘している。典型的なエルニーニョ現象の遅れ影響は、春季に南東インド洋が昇温した後、春季から夏季にかけて南西インド洋、それに続き北インド洋が昇温する (Xie et al. 2016)。したがって、平原ら (2008)、Zhan et al. (2011a)、Du et al. (2011) は台風活動に対する一連の ENSO の遅れ影響を若干異なる時期、指標で見ていると考えられる。

統計的な解析によると、北西太平洋域の循環場に対するインド洋の影響は、春から夏季前半 (6、7 月頃まで) に明瞭にみられる (図略)。しかしながら、先述した先行研究は、台風活動が活発になる夏季 (6 月～8 月) または台風シーズン全期間 (6 月～11 月) を対象として調査されており、夏季前半 (5 月～7 月) に注目して調査したものはない。また、大気海洋結合モデルを用いて初期値化した数値実験により、インド洋の台風への影響を解析した研究はこれまで行われていない。そこで、本研究では、気象庁の大気海洋結合モデルを用いた現業季節予測システム (JMA/MRI-CPS2; 高谷ほか 2015; Takaya et al. in review) による、インド洋の SST をモデル気候値にナッジングする SST 感度実験を行うことで、夏季前半の台風活動に対するインド洋の影響を明らかにする。

2. 実験方法・使用データ

本研究に用いた解析データは気象庁 55 年再解析 (JRA-55) データ (Kobayashi et al. 2015)、CPC Merged Analysis of Precipitation (CMAP) データ (Xie and Arkin 1997)、RSMC Tokyo ベストトラックデータである。台風発生数の格子データは、ベストトラックデータから 5×5 度の格子内に発生する台風を算出して作成した。

数値実験には、気象庁の現業季節予測システム (JMA/MRI-CPS2) を使用して以下の 2 つの実験を行い、比較することで、インド洋の影響を評価した。1 つ目の実験は通常の前測 (Ctrl

実験)であり、2つ目の実験はインド洋域の SST をモデル気候値に強くナッジングした実験 (IOclim 実験)であり、どちらも4月を初期月 (リードタイム1か月)とする51メンバーのアンサンブル実験である。モデルで予測された台風の検出には、Takaya et al. (2010) のアルゴリズムを使用した。そのアルゴリズムの閾値は、モデルの発生数の気候値がベストトラック解析のものとはほぼ一致するように設定した。モデル気候値は1981~2010年の10メンバーのハインドキャストから算出した。

3. 結果

2016年夏季のインド-北西太平洋モンスーンと台風活動の実況

図1に2016年5月~7月、8月~9月平均の降水量偏差及び850hPa流線関数偏差、SST偏差を示す。5月~7月のSSTはインド洋中東部及び赤道域中部から東部を除く熱帯太平洋全体で正偏差であった。また、降水量はインド洋中東部で正偏差、北西太平洋で負偏差であり、エルニーニョ現象後の春の典型的な特徴を示していた (Xie et al. 2016)。8月~9月のSSTは、インド洋のインドネシア南方と赤道域中部から東部を除く熱帯太平洋で正偏差となった。特に、スマトラ付近から北太平洋熱帯域の20°N、120°Wにかけて正偏差が顕著であった。赤道域中部から東部ではラニーニャ現象の発達に伴い負偏差が拡大した。8月~9月の降水量は一転して北西太平洋域から北太平洋熱帯域で正偏差が顕著になり、南太平洋熱帯域では不活発となった。

図2に2月~6月及び7月~11月の北西太平洋域の台風発生数の時系列を示す。2016年の台風1号の発生は1998年に次いで第2位に遅く (台風1号 NEPARTAK が2016年7月3日に発生)、春には台風活動が不活発であったと言える。一方、7月下旬 (夏季後半)以降は活発となり、9月までの統計で平年並みの個数となった。前述のとおり、5月~7月の循環場及び台風活動は、エルニーニョ現象後の1998年、2010年と類似しているが、8月~9月の北西太平洋域の対流活発は、これらの年と異なる特徴である。また、1977~2015年までの2月~6月と7月~11月の相関は-0.04と低い。なお、5月~7月、8月~10月など時期をずらしても同様に台風発生数の相関は低い (図略)。このように、

前半 (夏前半まで) と後半 (台風最盛期) では年々変動の傾向が一致しないことが分かる。したがって、本研究では台風シーズンを夏前半とそれ以降に分けて、夏前半の台風活動について解析する。

SST 感度実験によるインド洋 SST の寄与の見積もり

2016年の5月~7月の北西太平洋の対流圏下層の高気圧性循環偏差、及び不活発な対流活動の要因分析のため、SST 感度実験を実施した。図3にCtrl実験とIOclim実験による5月~7月平均のSST偏差及び降水量偏差、850hPa流線関数偏差を示す。Ctrl実験では実況 (図1) を概ね良く予測しているものの、太平洋赤道域の負偏差が実況に比べて強く、ラニーニャ現象を実況より強く予測している。一方、IOclim実験では、インド洋域の20°S以北ではモデル気候値のSSTにナッジングしているため、SST偏差が0に近くなっている。また、Ctrl実験に比べ、海洋大陸付近においてSST正偏差が弱まると共に、太平洋赤道域の負偏差が弱まっており、ラニーニャ現象への遷移が弱まっていることが分かる。こうしたインパクトは、強いエルニーニョ現象後に生じるインド洋SSTの高温偏差がエルニーニョ現象からラニーニャ現象への遷移を強めるとする先行研究 (例えば、Ohba and Ueda 2007) と整合している。降水量と850hPa流線関数偏差を見ると、Ctrl実験では実況 (図1) と同様にインド洋域で対流活発、北西太平洋域の対流圏下層で高気圧性循環、対流不活発が予測されている。一方、IOclim実験では、インド洋で対流不活発となり、北西太平洋域の対流圏下層で高気圧性循環、対流不活発な偏差がCtrl実験に比べ弱い。こうしたことから、北西太平洋域の対流圏下層の高気圧偏差 (弱い北西太平洋モンスーン) の状況は、エルニーニョ現象後にみられるインド洋の昇温によると考えられる。また、実況及びCtrl実験でみられる中国中部 (長江付近) の多雨傾向がIOclim実験では見られない点も注目に値する。2016年の6月には長江付近で洪水被害が発生しており、これにもインド洋のSSTの影響があったことが示唆される。

次に数値実験による台風の発生数を図4に示す。Ctrl実験では5月~7月の台風発生数が平年より少ないことを予測しており実況 (4個) とほぼ一致していた。一方、IOclim実験では、

平年並みの個数を予測していた。こうした台風発生数の結果は、上述した循環場の結果と整合的であり、インド洋の高温な SST によって弱い北西太平洋モンスーン、北西太平洋域の対流活動・台風活動を抑制していたことを示す。また、1981 年～2014 年の 10 メンバーのハインドキャストによる台風発生数の相関係数は 0.69 と他の季節に比べて高く、夏季前半の台風発生数の予測可能性は高いことが新たに分かった。

4. まとめ

本研究では、気象庁の現業季節予報システム (JMA/MRI-CPS2) を用いて、2016 年夏季前半 (5 月～7 月) の不活発な台風の要因分析を行った。インド洋の SST をモデル気候値にナッジングする SST 感度実験を行った結果、2016 年夏季前半の弱い北西太平洋モンスーン、不活発な対流活動及び台風活動がインド洋の高い SST 偏差に起因していたことが示された。また、夏季前半の台風発生数の予測精度は他の季節に比べ格段に高く (相関係数 0.69)、ある程度予測可能であることが新たに分かった。この予測可能性には、本研究で着目したエルニーニョ現象によって生じるインド洋の高い SST 偏差が寄与していると考えられる。

参考文献

高谷祐平, 石川一郎, 遠藤 新, 竹川 元章 2016: 季節アンサンブル予報システムの更新, 気象庁地球環境・海洋部, 平成 27 年度季節予報研修テキスト, 1-111.

平原翔二, 後藤敦史, 前田修平, 佐藤均, 成瀬由紀子, 伊藤明, 新保明彦, 高谷祐平, 安田珠幾, 2008: 日本の天候に関連した夏季インド洋の大気海洋変動および大気海洋結合モデル (JMA/MRI-CGCM) にみられる予測可能性について. 異常気象研究集会 2008 拡張要旨.

Du, Y., L. Yang, and S.-P. Xie, 2011: Tropical Indian Ocean influence on Northwest Pacific tropical cyclones in summer following strong El Nino. *J. Clim.* 24, 315-322.

Kobayashi, S., and co-authors, 2015: The JRA-55 Reanalysis: General specifications and basic characteristics, *J. Meteorol. Soc. Jpn.* 1, 5-48.

Kosaka, Y., S.-P. Xie, N.-C. Lau, and G. A. Vecchi, 2013: Origin of seasonal predictability for summer climate over the Northwestern Pacific, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 110(19), 7574-7579.

Ohba, M., and H. Ueda, 2007: An impact of SST anomalies in the Indian Ocean in acceleration of the El Nino to La Nina transition. *J. Meteorol. Soc. Jpn.* 85, 335-348.

Takaya, Y., T. Yasuda, T. Ose, and T. Nakaegawa, 2010: Predictability of the mean location of typhoon formation in a seasonal prediction experiment with a coupled general circulation model. *J. Meteorol. Soc. Jpn.* 5, 799-812.

Wang, B., B. Xiang, and J.-Y. Lee, 2013: Subtropical High predictability establishes a promising way for monsoon and tropical storm predictions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 110, 2718-2722.

Xie, S.-P., Y. Kosaka, Y. Du, J. S. Chowdary, and G. Huang, 2016: Indo-western Pacific ocean capacitor and coherent climate anomalies in post-ENSO summer: A review. *Adv. Atmos. Sci.* 33, 411-432.

Xie, P.-P., and P. A. Arkin, 1997: Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs, *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 78, 2539-2558.

Zhan, R., Y. Wang, and X. Lei, 2011a: Contributions of ENSO and East Indian Ocean SSTA to the interannual variability of Northwest Pacific tropical cyclone frequency. *J. Clim.* 24, 509-521.

Zhan, R., Y. Wang, and C.-C. Wu, 2011b: Impact of SSTA in East Indian Ocean on the frequency of Northwest Pacific tropical cyclones: A regional atmospheric model study, *J. Clim.* 24, 6227-6242.

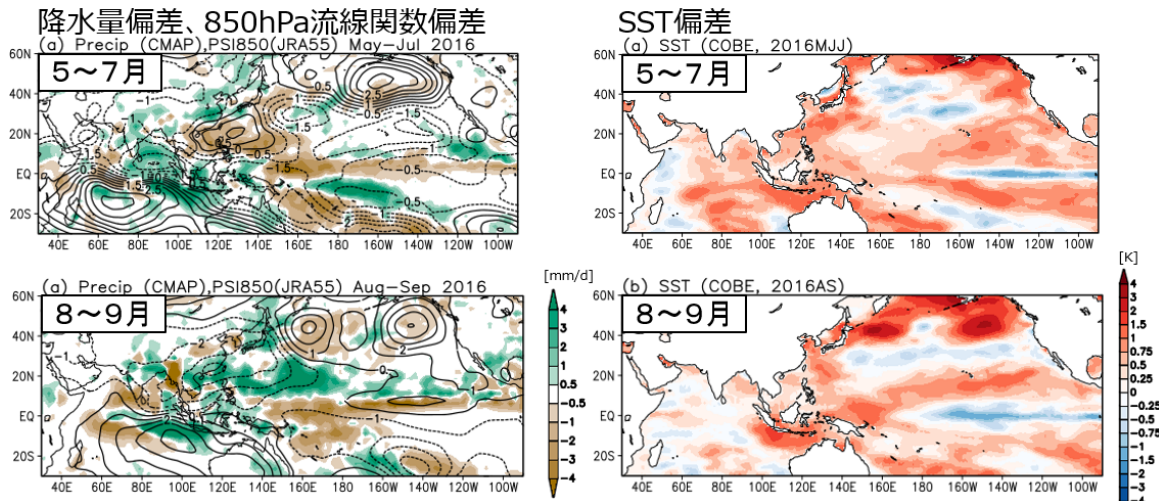


図1 2016年5月~7月と8月~9月の降水量偏差（陰影、単位 mm/d）と 850hPa 流線関数偏差（等値線、間隔は $0.5 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ ）と SST 偏差（単位 K）

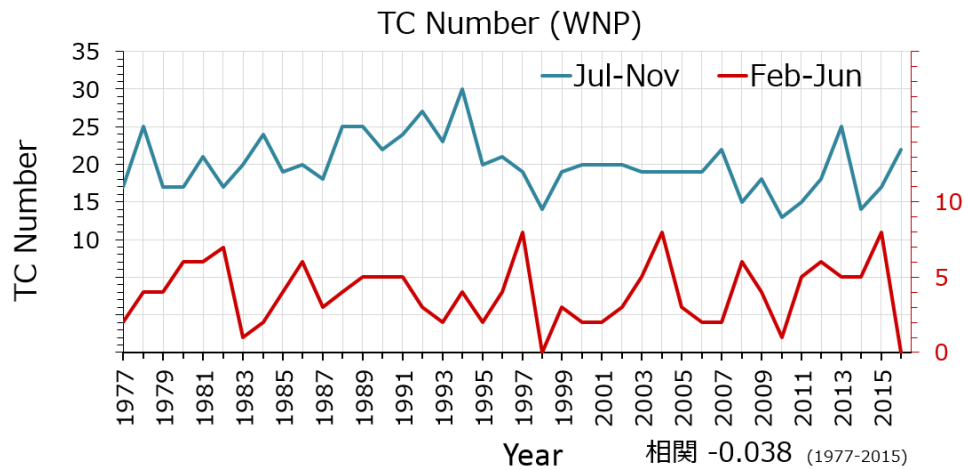


図2 2月~6月（赤線、右軸）と7月~11月（青線、左軸）の北西太平洋域の台風発生数の時系列

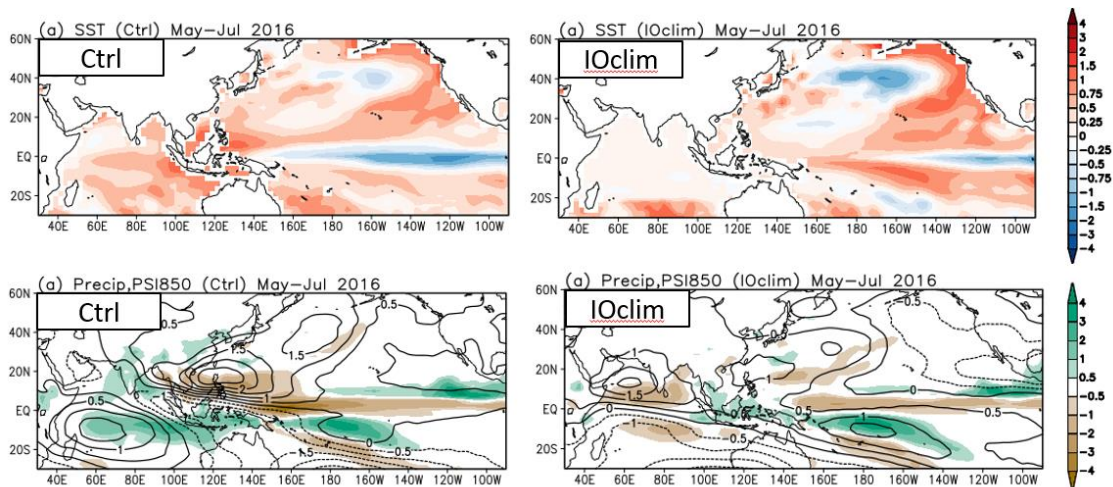


図3 Ctrl 実験（左列）と IOclim 実験（右列）による5月~7月の海面水温偏差（上段、単位 K）と流線関数偏差（等値線、間隔は $0.5 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ ）と降水量偏差（陰影、単位 mm/d）（下段）

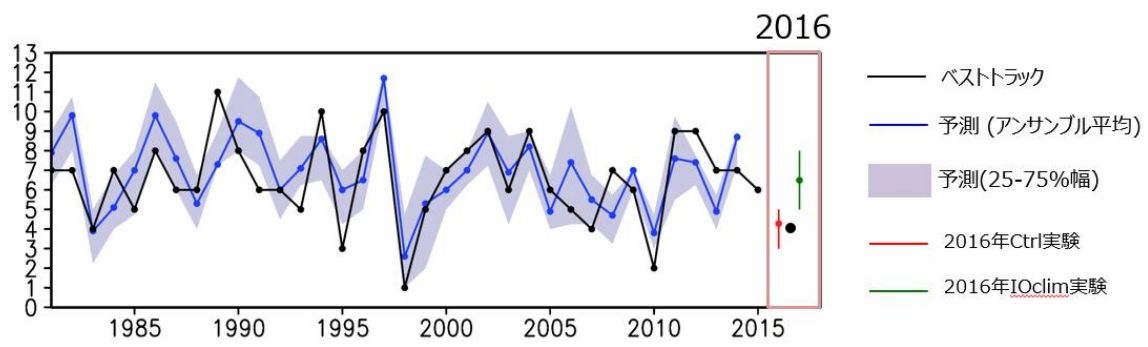


図4 5月～7月の北西太平洋の台風発生数の時系列